



IFW

00862.023511

PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of: )  
Hiroshi TANAKA ) Examiner: Unassigned  
Application No.: 10/807,306 ) Group Art Unit: Unassigned  
Filed: March 24, 2004 )  
For: POSITION DETECTION APPARATUS ) June 1, 2004

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

Sir:

In support of Applicant's claim for priority under 35 U.S.C. § 119, enclosed is one certified copy of the following foreign application:

JAPAN 2003-089135, filed March 27, 2003.

Applicant's undersigned attorney may be reached in our Washington, D.C., office by telephone at (202) 530-1010. All correspondence should continue to be directed to our address given below.

Respectfully submitted,

Attorney for Applicant  
Steven E. Warner  
Registration No. 33,326

FITZPATRICK, CELLA, HARPER & SCINTO  
30 Rockefeller Plaza  
New York, New York 10112-3801  
Facsimile: (212) 218-2200  
SEW/eab

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 3 年    3 月 2 7 日  
Date of Application:

出 願 番 号                      特 願 2 0 0 3 - 0 8 9 1 3 5  
Application Number:  
[ST. 10/C]:                      [ J P 2 0 0 3 - 0 8 9 1 3 5 ]

出 願 人                      キヤノン株式会社  
Applicant(s):

2 0 0 4 年    4 月 1 2 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 251697

【提出日】 平成15年 3月27日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/00

【発明の名称】 位置検出装置

【請求項の数】 1

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社  
社内

【氏名】 田中 浩

【特許出願人】

【識別番号】 000001007

【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100076428

【弁理士】

【氏名又は名称】 大塚 康徳

【電話番号】 03-5276-3241

【選任した代理人】

【識別番号】 100112508

【弁理士】

【氏名又は名称】 高柳 司郎

【電話番号】 03-5276-3241

【選任した代理人】

【識別番号】 100115071

【弁理士】

【氏名又は名称】 大塚 康弘

【電話番号】 03-5276-3241

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100116894

【弁理士】

【氏名又は名称】 木村 秀二

【電話番号】 03-5276-3241

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 003458

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0102485

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 位置検出装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体上のマーク位置を検出する位置検出装置であって、  
前記物体には、予め相対位置関係が記憶された複数の位置検出マークと補助パターンとが形成されており、

前記補助パターンを用いて複数の位置検出マークの中から目標とする位置検出マークを識別する識別手段を備え、

前記識別手段は、前記目標とする位置検出マークが識別できない場合、他の位置検出用マークと補助パターンを用いて得られた周辺のマークと、目標とする位置検出マークとの位置関係から当該目標とする位置検出マークを識別することを特徴とする位置検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えば、半導体製造装置においてウエハの位置合わせを行うためのアライメントマークの位置検出技術やこのアライメントマークを用いた位置合わせ技術に関する。

【0002】

【従来の技術】

図1、図4、図6、図7を用いて従来の半導体製造装置でのウエハアライメントについて説明する。

【0003】

ウエハWが半導体製造装置に供給されると、ウエハWの外周とオリフラまたはノッチと呼ばれるマーク（図4のN）を用いてメカニカルな位置合わせをメカニカルアライメント装置MAで行い、ウエハWのラフな位置を決定する。メカニカルな位置合わせ精度は $20\mu\text{m}$ 程度である。次にウエハWは不図示のウエハ供給装置でチャックMAに載せられ、グローバルアライメントを行う。グローバルアライメントは、図4に示されるFXY1～FXY4のマークを計測し、ウエハWのX、Y方向のずれと

、回転成分、および、ショット配列の倍率成分を求めるものである。グローバルアライメントの精度は、今日の256Mbitのメモリを製造するマシンにおいては50nm以下の精度になる。

#### 【0004】

グローバルアライメント時のマークの観察は、ステージSTG上のウエハチャックCHに吸着されたウエハWをスコープSCで観察する。スコープSCは、2種類の倍率を持つ顕微鏡とセンサで構成されている。アライメント照明光源Liから照射された照明光はハーフミラーM1を介して上はW上のアライメントマークを照明する。アライメントマークの反射光はハーフミラーM1を透過して、ハーフミラーM2で分割され、一方は低倍光学系を介してセンサS1上に結像する。もう一方は高倍光学系を介してセンサS2に結像する。ウエハステージSTGは、レーザ干渉計LPで正確に位置を測定されながら、モータMSで制御装置MCの指令に従って移動する。

#### 【0005】

センサS1, S2に結像した像是光電変換され、マーク位置算出処理装置Pでマーク位置を計算する。マーク位置の計算は低倍系と高倍系の2種類のセンサ毎で行われる。低倍系センサで光電変換された電気信号はアナログ/デジタル変換器AD1でアナログ信号からデジタル信号に変換された後、画像メモリMEM1に記憶され、画像処理部COM1にてパターンマッチング処理等によって、マーク位置をメモリ内でサーチする。低倍系センサは、CCDカメラなどのエリアセンサが用いられる。一方高倍系センサの電気信号はアナログ/デジタル変換器AD2でアナログ信号からデジタル信号に変換され画像メモリMEM2に記憶される。画像処理部COM2では高倍系のマーク位置を計算する。実際のマーク位置は、高倍系のセンサS2の像にて決定される。そして、画像処理部COM1で計算されたマーク位置と、制御装置MCが指定したステージ位置とからウエハWの位置を決定する。

#### 【0006】

2種類のセンサで計測が行われる理由を次に示す。図6(a)は高倍系の視野HFである。低倍系の視野は図6(b)に示される範囲MFである。低倍系でメカニカルアライメントの結果がセンサS2の視野に入っているかを確認し、視野内であれば高倍系でのアライメント結果を採用する。もし、入っていない場合、センサ

S2の視野に追いつくための微小移動量 $dx, dy$ を算出する。こうすることによって、メカニカルアライメントの誤差があったとしても、精度よく、高速にグローバルアライメントを終了させている。

#### 【0007】

上記アライメントが終了すると、レチクルステージRSTG上に搭載されているレチクルMASKの回路パターンを、投影レンズLENSを介してウエハW上のレジストに露光する。露光する際、レチクル基準プレートPLによりレチクルMASK上の露光領域に合わせてマスキングブレードMVを設定する。露光照明装置ILから照射された光はマスキングブレードMB、レチクルMASK及び投影レンズLENSを介してウエハW上に露光される。

#### 【0008】

次に、図7を用いて具体的に処理フローを説明する。グローバルアライメントは最初にFX<sub>Y1</sub>へ移動し(S101)、FX<sub>1</sub>, FY<sub>1</sub>の位置を測定する(S102)。測定はS10のフローとなっている。このフローでは高倍系センサS2がX計測高倍率センサと、Y計測高倍率センサにさらに分割されている場合を示す。この場合、ラインセンサなどが使われる。もちろん、エリアセンサでX, Yマークを撮像してもよい。Xの高倍撮像(S110)、Yの高倍撮像(S111)、低倍撮像(S112)を同時に行う。但し、特に同時である必要もない。同時の方が、より高速である。FXマークの位置算出(S113)、FYマークの位置算出(S114)、低倍マーク位置算出(S115)を行い、S115の結果で高倍検出のための視野へ追いつく量 $dx, dy$ を算出し(S116)、その量が許容範囲内であるか判断する(S117)。許容範囲内であれば、S113, S114で算出した結果を採用する。範囲外であれば、 $dx, dy$ の量だけ微小移動し(S118)、Xの高倍撮像(S119)、Yの高倍撮像(S120)、FXマークの位置算出(S121)、FYマークの位置算出(S122)を行う。

#### 【0009】

FX<sub>Y1</sub>の位置が計算されたら、FX<sub>Y2</sub>へ移動し(S103)同じ方法でFX<sub>2</sub>, FY<sub>2</sub>のマーク位置を算出する(S104)。2つのマーク位置が正確に求められると、チェックCH上のウエハWの位置は概略求められる。その結果を反映しFX<sub>Y3</sub>, FX<sub>Y4</sub>の目標位置を再計算する(S105)。概略が求められると、マーク位置は高倍系の視野に入るように

なり、S106, S107でFX3, FY3, FX4, FY4のマーク位置を算出し、グローバルアライメントが終了する。

【0010】

【特許文献1】

特開2001-274058号。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】

上記のように、メカニカルアライメントの誤差が20 $\mu$ m程度であれば、低倍系と高倍系を使ったグローバルアライメントによって、高速に精度よくウエハWの位置を求めることが可能である。しかし、メカニカルアライメントはステージSTG上では行われず、外部で行われる。そのため、ウエハWをハンドなどでチャックCH上に置く際に生じる誤差が20 $\mu$ m以下であっても、異なる装置で作成したウエハの場合、絶対値の誤差が20 $\mu$ mを超える場合がある。この量をオフセットという。メカニカルアライメントの再現精度が優れていてもメカニカルアライメントの装置ごとの機械的誤差によるオフセットのばらつきが存在することがある。よって、異なる装置で前工程の露光が行われた場合、低倍系で観察した際にマークが視野から外れてしまうぐらいずれてウエハがチャックに置かれる可能性がある。そうすると、別の工程で入れられたアライメントマークが視野内に入り、アライメントマークの形状が同じ場合、誤って別工程のアライメントマークを検出してしまい、グローバルアライメントができなくなる。

【0012】

また、近年の半導体製造方法も進歩し、特にCMPと呼ばれる研磨工程を施す平坦化が集積度の向上に寄与している。そのため、アライメントマーク上部の層も研磨され、マーク信号の劣化、安定性が懸念されるようになった。そのため、アライメントマークも工程に合わせて最適化する傾向があり、マークの線幅、マークの間隔、マークの凹凸といった構造を変化させ、最適なアライメントマークを残すといったことがなされるようになってきた。通常、試作段階でマークを決定するが、多品種少量生産の場合、最適化がなされないで量産に移行することもある。



## 【0013】

さらに、近年のアライメントは、1つの領域（露光領域）でX,Y一組のアライメントマークから、複数組のアライメントマークを刻印するような傾向に変化している。その理由は、露光領域の変形補正、複数マーク計測による平均化効果による高精度化が目的である。その場合、できるだけ露光領域のスパンを広く取り精度を上げるべきで、具体的には露光領域の4隅にアライメントマークを刻印する傾向がある。

## 【0014】

以上のように、近年のアライメントマーク刻印は、以下の傾向がある。

- (1) 工程数増加に伴うアライメントマークの増加
- (2) アライメントマーク構造の敏感度に伴うマーク最適化のためのマーク数増加
- (3) 計測精度向上のためにマーク数増加

そのため、アライメントマークを刻印することが許されるスクライブラインに占めるアライメントマークの数が増え、図6(c)に示されるように、アライメントスコープの視野MF内に2つ以上アライメントマークが観察されることが多くなってきた。

## 【0015】

上記問題を解決する手段として下記の方法が従来から考えられてきた。

## 【0016】

つまり、アライメントマークの配置間隔を視野範囲に同時に2つ以上入らないように離す。

## 【0017】

上記のデメリットは、すでに述べたとおりアライメントマークの数が増える傾向があるため、できるだけ最適化されたマークだけを刻印することになる。しかし、最適化もロットごとに必要になる場合もあり、現実的とはいえない。むしろ、半導体製造ラインではそのようなわずらわしい作業は敬遠されている。たとえできたとしても刻印できるアライメントマークの数に制限ができてしまう。

## 【0018】

そこで、この問題を解決するために、特開2001-274058号で提案された方法は、アライメントマークの周囲に識別用のマークを付けたり、マークの一部を変形させるといったことを実施し、ターゲットマークを識別している。しかし、この方法ではターゲットマークがCMP工程のようなウエハ処理工程を経ることによりマークへのダメージが大きい場合、ターゲットマークの識別ができなくなってしまう点で問題がある。

#### 【0019】

しかも、マークの識別を優先させる広い視野を有する検出装置で、マークの高精度な計測を実施しようとするすると計測分解能が不足することもある。また、識別ができたとしても、高精度の計測に必要な高品質の信号を得ることができるとは限らない。

#### 【0020】

##### 【課題を解決するための手段】

上記課題を解決し、目的を達成するために、本発明は、物体上のマーク位置を検出する位置検出装置であって、前記物体には、予め相対位置関係が記憶された複数の位置検出マークと補助パターンとが形成されており、前記補助パターンを用いて複数の位置検出マークの中から目標とする位置検出マークを識別する識別手段を備え、前記識別手段は、前記目標とする位置検出マークが識別できない場合、他の位置検出用マークと補助パターンを用いて得られた周辺のマークと、目標とする位置検出マークとの位置関係から当該目標とする位置検出マークを識別する。

#### 【0021】

本発明の実施態様でのマーク検出においては、高倍計測のスキームの視野に存在するマークがターゲットのアライメントマークであるか否かを低倍計測のスキームにおいて識別する。もしも、マーク形状が変形し低倍計測のスキームでターゲットマークであるか否かを判別できない場合、予め相対位置関係がわかっている識別が可能なマークによって高倍計測用スキームに存在するマークがターゲットマークであるか判断するように構成される。さらに、高倍計測用スキームで取り込んだ信号の計測が不可能と判断されれば、相対位置関係が記憶されている別

のマークを識別し、左記マークを高倍計測用スコープの視野に移動させて高精度のマーク位置を計算する。

#### 【0022】

このように、ターゲットマークの信号が劣化した場合、予め相対位置関係が記憶されている周辺のマーク位置から、ターゲットと判別する。ターゲットの信号が劣化した場合、周辺のマークから高精度位置計測を行う。

#### 【0023】

上記マーク位置の検出に最適なマーク形状として、低倍計測と高倍計測が可能なマークとし、高倍計測に使用するためのマークの形状を変えず、複数の類似するアライメントマークの個々に識別するための補助パターンをマーク配置領域に追加する。

#### 【0024】

上記マーク位置の検出を行う最適なスコープとして、高倍計測と低倍計測を同時もしくは順番にステージを動かすことなく計測できる構成とし、低倍計測は複数のアライメントマークの個々の識別を実施し、高倍計測は視野内のアライメントマークのより高精度な位置計測を実施する。

#### 【0025】

上記構成によれば、ターゲットマークの信号が劣化し、計測不能になる場合であっても、高倍計測用のアライメントマークの形状を変えずに、類似するアライメントマーク配置領域に個々を識別できる指標マークを利用することによって、予め相対位置関係がわかっている周辺マークとの位置関係からターゲットマークであることを判断可能である。また、位置の識別ができたマークをターゲットマークに切り替えて使用する。そうすることによって、従来ターゲットマークの信号劣化による計測不能でストップしていたアライメント動作が止まることなく処理することが可能となる。

#### 【0026】

##### 【発明の実施の形態】

以下に、本発明の実施の形態について添付図面を参照して詳細に説明する。

#### 【0027】

## 【第1の実施形態】

図6(a)のAMは、グローバルアライメントで使用するアライメントマークの例を示す。このアライメントマークAMはグローバルアライメントにおいてX方向の計測とY方向の計測とを同時に行うことが可能なマークである。

## 【0028】

グローバルアライメントでは図6(a)に示すウインドウX内のマークを高倍率のスコープ(高倍率検出系)で観察し、同時にウインドウY内のマークを高倍率検出系で観察し、プリアライメント時よりさらに細かな分解能でマーク位置を検出する。

## 【0029】

次に、図1と図4を用いてグローバルアライメント動作について説明する。

## 【0030】

ウエハWが半導体製造装置に供給されると、ウエハWの外周とオリフラまたはノッチと呼ばれるマーク(図4のN)を用いてメカニカルな位置合わせをメカニカルアライメント装置MAで行い、ウエハWのラフな位置を決定する。次にウエハは不図示のウエハ供給装置でチャックCHに載せられグローバルアライメントを行い、正確にウエハの位置および、露光ショットの位置が求められる。グローバルアライメントは、高い倍率のスコープ(高倍率検出系)を用いてウエハ上の複数のグローバルアライメントマークFXY1~FXY4におけるX方向の計測マークFX1~FX4、およびY方向の計測マークFY1~FY4を計測してウエハWのX、Y方向のずれと、回転成分、および、ショット配列の倍率成分を求める。

## 【0031】

次に、図6(a)に示すマークAMを低倍系と高倍系とで同時に観察することができるスコープについて詳細に説明する。図1に示すウエハアライメント用の顕微鏡SCは、低倍系と高倍系を同時に観察し、マーク位置検出処理できるようになっている。照明光はアライメント照明光源Liからスコープ内に導光され、ハーフミラーM1(又は偏光ビームスプリッタ)を通り、ウエハW上のマークを照明する。例えば、図4のマークFX1を照明する。ウエハWからの反射光は、ハーフミラーM1、M2を通して、高倍率検出センサS2に届く。同様に、ウエハWからの反射光はハ

ーフミラーM1,M2を通り低倍率検出センサS1に届く。センサS1,S2で撮像された画像や信号は、マーク位置算出処理装置Pでマーク位置として計測される。

#### 【0032】

マーク位置の計算は低倍系と高倍系の2種類のセンサ毎に行われる。低倍系センサS1で光電変換された電気信号はアナログ／デジタル変換器AD1でアナログ信号からデジタル信号に変換された後、画像メモリMEM1に記憶され、画像処理部COM1にてパターンマッチング処理等によって、マーク位置をメモリ内でサーチする。パターンマッチングのテンプレートは、図2Bに示される、8本の縦線と8本の縦線から構成される2次元パターンにより構成される。テンプレートマッチングでは、テンプレートと同一形状のマークだけでなく、線幅等が変形しているマークでも検出できるように、マッチング処理を最適化されており、メモリ内すなわち視野内には同一形状のマークまたは、線幅や、マーク段差構造の異なる類似形状のマークが存在していても全てのマーク位置はサーチされる。

#### 【0033】

また、テンプレートの種類を複数とし、例えば図2Bのような縦8本、横8本のマークと、図示していないが縦6本、横6本のマークがそれぞれ2個以上同一または類似形状のマークが配置されている場合、2種類のテンプレートを用いて全てのマークはサーチされる。同様にテンプレートを増加させる等の手段により、検出可能なマークの種類に限度はない。

#### 【0034】

高倍系と低倍系の反射光の違いに関しては、センサS1,S2の蓄積時間を変えるなどして、照明側の切り替えを行わないようにしている。本実施形態では、特に蓄積時間に関して、前記テンプレートマッチングに関しては説明しない。なお、検出方法としてパターンマッチング、テンプレートマッチングに限定されるものではない。

#### 【0035】

次に、図6を用いて、高倍系および低倍系の倍率と視野およびアライメントマークの関係について説明する。

#### 【0036】

図6 (a) は高倍系の観察可能視野HFである。X,Yマークそれぞれの移動可能範囲はほとんどない。図6 (b) は低倍系の観察可能視野MFである。HFより広い視野を有しており、高倍系と低倍系の同時観察時に高倍視野HFに追いつくための微小移動量を $dx, dy$ を算出する。

#### 【0037】

次に、図2のマークと図1に示すアライメントスコープSCを用いた高速なウエハアライメントについて説明する。

#### 【0038】

ハーフミラーM2で分割され、透過した光は高倍率検出結像光学系内の光電変換素子S2に導光され、アライメントマークAM像を素子上に結像する。さらに、ハーフミラーM2で分割された光は低倍率結像光学系内のセンサ（光電変換素子）S1に導光され、アライメントマークAMの像を素子上に結像する。このとき、同時にセンサ（光電変換素子）S1, S2にアライメントマークAMの像を結像させる。同時に結像させることによって、図6 (b) に示すずれ量 $dx, dy$ が許容範囲より小さい場合、高倍率検出系のセンサ（光電変換素子）S2上には正確な位置計測が可能なアライメントマークAMの像が結像していることになる。そのときに取り込んだアライメントマークによる高倍系センサS2の信号で求められたアライメントマーク位置の計算結果は有効である。許容範囲とは図6 (a) に示されるウインドウXおよびウインドウYにマークが入っていると判断されるずれ量である。従って、低倍系の計測で求められたずれ量 $dx, dy$ が許容範囲内であれば最も高速に高倍系での検出位置を決定することが可能となる。仮に範囲外であれば、 $dx, dy$ だけステージを微動させた後、高倍系の計測を行う。

#### 【0039】

次に、図2 Aを用いて、視野内に類似形状のアライメントマークが存在した場合のマーク判別について述べる。なお、以下では、転写したいフォトリソ工程のターゲットマークがP1であるとして説明する。この工程の前のフォトリソ工程でもアライメントが実施されていたのでL1, M1, N1, O1といった古い工程の同一形状のアライメントマークが隣接して配置されていることがある。L1, M1, N1, O1, P1はアライメントマーク構造の最適化のために、それぞれマーク線幅と凹凸が異なる

類似形状のマークである場合もある。当然前記したように、マークの形状は自由でありこれに限定されるものではない。L1, M1, N1, O1, P1の位置は予め転写したいフォトリソ工程の露光制御プログラム (JOB) に記憶されている。もちろん、この位置情報の管理は、JOBごとに入力されてもよいし、IC製品を製造するためのJOB集合であるプロジェクトファイルから、過去のJOBから過去に刻印されたあるいは使用したアライメントマークの座標を抽出してもよい。そこで、視野の中からマークP1だけを探し出して、上記dx, dyを求めるため、図2Bのように、図6(a)に示されるアライメントマークの高倍計測に影響が無い範囲にマーク識別用の補助パターンCPa, CPb, CPc, CPdを付加している。例えば、マークP1は補助パターンを付加せず、O1には右上に小型の正方形を付加する。このように、L1, M1, N1, O1, P1のそれぞれ高倍計測に影響の無い領域に補助パターンをそれぞれ異なる位置に追加する。

#### 【0040】

補助マークが付加された複数のマークの判別方法について図2Bを用いて説明する。図2Aの状態ではマークの位置をサーチすると5箇所検出される。5箇所の検出位置それぞれについて図2Bに示す補助パターンCPa, CPb, CPc, CPdの存在を、各補助パターンの領域についてテンプレートマッチングもしくはコントラスト変化、ヒストグラムなどによって判断する。各補助パターンまでの距離は等距離でもそうでなくてもかまわない。図2Bでは、P1の中心からCPaの中心までの距離をXa, Ya, CPbまでの距離をXb, Yb, CPcまでの距離をXc, Yc, CPdまでの距離をXd, Ydとしている。これら補助パターンCPa, CPb, CPc, CPdの形状も正方形である必要はない。もちろん、センサS1の視野内で観察可能であれば、各補助パターンまでの距離は、高倍マーク計測の近傍である必要はない。

#### 【0041】

各アライメントマークには以下の情報を加えておくと判別が可能となる。

#### 【0042】

	CPa	CPb	CPc	CPd
L1	あり	あり	なし	なし
M1	なし	あり	なし	なし

N1 なし あり あり なし

O1 あり なし なし なし

P1 なし なし なし なし

P1を判別するには、5箇所のアライメントマークの中から補助パターンの組み合わせが上の表のP1に相当するマークの有無を判断する。4箇所で判別を行うと、16通りの判別が可能である。

#### 【0043】

次に、図5に示すフローチャートを用いて具体的の本実施形態について説明する。

#### 【0044】

ウエハの露光に関する概略フローは図7に示されるS100～S107で既に述べたフローと何ら変わらない。本実施形態でのマーク位置を算出するフローは図5のS10となる。S100でグローバルアライメントが始まると、最初の計測マークFXY1へ移動する(S101)。FXY1周囲には図2Aに示されるような複数の類似マークが刻印されており、その中の1つがターゲットとなるアライメントマークFXY1である。なお、低倍系と高倍系の同時検出に使用されるマークはFXY1とFXY2の2箇所とした。最初のFXY1では、低倍系・高倍系検出を行うマークであるので、低倍撮像、高倍X撮像、高倍Y撮像を同時に行う(S210、S211、S212)。取り込まれた像はマーク位置の算出が行われる。高倍系に関してはマークが正しく撮像されていない可能性もあるが、マーク位置を計算する(S113、S114、S115)。低倍系はメカニカルアライメントの再現性の範囲で視野内にマークが入るほど広い範囲で撮像しているので、マーク位置は求められる。その際、視野内には図2Bのような状態で複数の類似マークが観察される。S215でマーク位置算出を行う。マーク算出では、視野内のターゲットを含む複数のマーク位置が算出される。複数のマークの中からターゲットのアライメントマークを識別マークの情報を使いながら識別を行う(S219)。

#### 【0045】

ところで、ターゲットマークが信号の劣化などによって識別できない場合がある。もしも識別できない場合(S220)、予めJOBに記憶している他の複数のマ-



ク位置とターゲットマークとの相対位置関係から、正しいターゲットマーク位置を推定しターゲットマークを選択する(S221)。

#### 【0046】

一方、ターゲットは高倍系では同時にマーク位置算出を行っているが、その演算結果において、マーク計測の信頼性を評価して、信頼性が低くマークを正しく計算できないと判断されたならば(S216)、S215およびS219で得られた、ターゲットマークを含む複数のマーク位置に基づいてターゲットの変更を行う(S217)。

#### 【0047】

高倍系でのマークを正しく計算できないと判断する基準には、例えば信号のコントラストやS/Nが規定の閾値に満たない、あるいは計算された複数の信号の中心位置から算出される各間隔がマーク設計値に対して誤差が大きいなど様々な方法がある。マークの計測信頼性を測る方法はここに示した方法に限らない。

#### 【0048】

ターゲットの変更に関しては、低倍系で検出されたそれぞれのマークの中から、1工程前のJOBで使用されていたマークを選択、もしくは検出された視野の中で高倍計測用のマークのコントラストが最も高いマークを選択するなど、手法は様々ある。マーク選択の方法はここに示した方法に限らない。

#### 【0049】

低倍系のマークが識別された場合、あるいはターゲットマークが選択された場合、もしくは高倍系で計測ができないと判断されてターゲットが変更された場合、選択されたターゲットマークを高倍系計測するためマークずらし量 $dx$ ,  $dy$ を決定する(S222)。ずらし量 $dx$ ,  $dy$ がそれぞれ高倍系計測のためにステージを移動する必要のない距離であれば、すなわち許容範囲内であれば高倍系で撮像したアライメントマークの像は正確な位置を求めることが可能な像であるのでS213, S214で計算された $FX$ ,  $FY$ マーク位置を採用しマーク位置検出を終了する(S223)。もしも許容範囲を超えていた場合、正しいアライメントマークが高倍系で撮像されていないので、 $dx$ ,  $dy$ だけステージをずらし(S224)、再度高倍系の撮像を行う(S225, S226)。

## 【0050】

次に、マーク位置検出 (S227, S228) を行い、FX1, FY1マーク位置を決定する。ただし、マーク位置が正しく計算できていないと判断されたならば (S229)、S215およびS219で得られた結果に基づいてターゲットの変更を行う (S230)。ターゲットを変更したら、新しいターゲットの位置に基づいてdx, dyだけステージをずらし (S224)、高倍計測をやり直す。

## 【0051】

ずらし量dx, dyが許容範囲内、あるいは、マーク位置が正しく計算できたならば、図7に示すように、第2のアライメントマークFX2へ移動し (S103)、第2のマークも低倍系、高倍系の同時計測が必要なので図5のS10のフローでマーク位置FX2, FY2を算出する。このとき、第1のアライメントマークFX1でウエハWのステージSTG上でのXY位置は予め求められているので、第2のマーク位置へ移動する際には、未決定の $\theta$ 成分の誤差を見越しただけのサーチ範囲を図3Bに示すように、視野内の中心付近SAに限定してもよい。

## 【0052】

その後、第3、第4のマーク位置を算出するために、FX1, FY1, FX2, FY2から求められる第3、第4のマークの目標位置のずれShift X, Shift Yおよび回転成分 $\theta$ および、ウエハ倍率成分Magを求める (S105)。Shift X, Shift Yおよび $\theta$ は、ウエハWがチャックCHに載せられた際のずれ量でありメカニカルアライメントのオフセットである。Magはウエハ上のショットパターンの伸び量である。これらの量が大きいと、第3、第4のマーク位置へ直接移動してもアライメントスコープの真下にマークを移動させることができない。そこで、 $\theta$ 量とMag量およびShift X, Shift Yの各量に基づいて、ウエハのショットレイアウトとステージ座標系のずれを計算する。すなわちウエハ上の格子をステージの格子に合わせる際の微小補正量を求める。第3、第4マークをアライメントスコープ位置に追い込む際に前記微小補正量を反映させる。そうすることで、低倍系で処理しなくとも第3、第4マークは高倍系で直接観察することが可能となる。

## 【0053】

このとき、 $\theta$ の補正をウエハWが載っているチャックCH、あるいはステージSTG

を回転させても構わない。ただし、回転動作を加えるとウエハ処理時間が長くなる場合がある。よって、本実施形態では回転操作を加えないことが望ましい。第1のマークから第4のマークまでの計測が完了すると、ウエハアライメントが終了する。

#### 【0054】

図1では、オフアクシスアライメント方式の半導体製造装置を一例として説明したが、TTLアライメント方式でも、レチクルMASKを通してウエハのマークを観察するTTRアライメント方式であっても、低倍系と、高倍系を同時に観察することのできるスコープを使用し観察するならば、方式とはない。また、アライメントマークの数も実施形態で示した4マークに限ったことではない。

#### 【0055】

また、図5に示すフローに限らず、最初に低倍系で撮像し(S212、S215)、ターゲット識別(S219)と選択(S221)を行って、ずらし量 $dx$ ,  $dy$ を算出し(S222)、ステージを $dx$ ,  $dy$ 移動させ(S224)、高倍検出(S225, S226)、マーク位置算出(S227, S228)を行うシーケンシャルな処理でもかまわない。シーケンシャルに実行する分、速度は低下するが、同時計測ができないハード構成でも視野内に複数の類似マークが存在する場合のマーク識別を行うという点では効果がある。

#### 【0056】

マークの識別用補助パターンを図2Bに示したが、形状と配置はこれに限定されるものではない。図2Cのように識別マークの形状を変える、図2Dのようにマークから離れた箇所に識別マークを入れるといった変形例であっても効果は同じである。その場合、低倍の視野内で複数のマーク位置を算出した後それぞれの位置から予め決まっている位置のマークパターンの形状を、各パターン用のテンプレートを使ったテンプレートマッチングなどの画像処理によって判断する。さらには、図2Eのような、XY計測マークにおいて計測マークの一部を計測に影響しないように変形させ、識別する例もあるであろう。識別の方法はマーク長を計るなどさまざまな処理があげられる。

#### 【0057】

通常ウエハの露光処理は1枚で終わらず、数枚のウエハを1ロットとして処理

する。2枚目以降のウエハのアライメントに関しては、1枚目のウエハで求められた結果を利用できる。第1にターゲットマークの劣化具合はロット内で安定している傾向が高いので、2枚目以降のウエハのターゲットマークは、1枚目のウエハで変更したターゲットマークを使用する。その結果マーク選択および変更をすることなく良好なマーク位置計測が可能となる確立が高くなる。第2にメカニカルアライメントのオフセットが求められているので、2枚目以降のウエハにおいては、図3Bに示すようにサーチ範囲SAを視野中心に狭くする。これは誤計測および画像処理の高速化につながる。

#### 【0058】

本実施形態で示す、ターゲットアライメントマークの変更において、アライメントマークの描画位置がマーク毎にレチクルパターンデータに対してずれている場合がある。そこで、アライメントマークの描画位置とレチクルパターンのずれ位置は予め計測しておき、アライメントマークオフセットとしてマーク毎に記憶しておく。そうすると、ターゲットマークを変更した際、記憶されているアライメントマークオフセットを反映すると正確にレチクル上のパターンがウエハに露光される。

#### 【0059】

また、前工程で使用したアライメントマークに変更した場合、前工程のアライメント結果は、すでに検査工程で計測されている。よって、前工程の検査結果をアライメントマークオフセットとして記憶しておき、ターゲットマークを変更した際、記憶されているアライメントマークオフセットを反映すると正確にレチクル上のパターンがウエハに露光される。

#### 【0060】

##### [第2の実施形態]

次に、同一視野内の複数の類似マークからターゲットマークを決定する第2の実施形態について説明する。なお、基本的なハード構成、アライメントマークおよび計測のフローは第1の実施形態と同じなので詳細は省略し、差異について述べる。

#### 【0061】

図3AのようにターゲットマークがP1でそのマークが視野から外れている場合、マークの検出は通常不可能である。しかし、P1以外の類似マークは視野内に存在するため、P1とL1,M1,N1,O1のそれぞれの位置関係が予め記憶されていれば、L1,M1,N1,O1いずれかのマークを新しいターゲットマークに変更する。その際、検出できたマークの中から決定したターゲットマークの位置に応じてFine用ずらしマークdx,dyが算出される。例えばL1マークを検出できたとすると、L1を新しいアライメントマークに変更し、記憶されているL1の座標に応じて、Fine計測のためにステージを移動させる量dx,dyを算出し、L1を高倍系のスコープで位置検出する。もしも、高倍系のスコープで取り込んだ信号でマーク位置を計測できないことが第1の実施形態のマーク計測の信頼性を評価する方法で判断されれば、L1以外のマークをターゲットマークに変更し、ステージを移動させマーク計測を繰り返す。このように予め指定したターゲットマークを特定できなくとも観察された周辺マークをターゲットマークに置き換えて高倍検出を行う。

#### 【0062】

もちろん、視野にP1が存在しないとしてもP1の位置は周囲のL1,M1,N1,O1とP1の相対位置関係から推定されるので、一度ターゲットマークであるP1の位置にステージを移動し高倍計測を行い、その際、高倍計測ができないと判断されれば、位置関係が記憶されているL1,N1,M1,O1のいずれかを新しいターゲットマークに変更しても良い。

#### 【0063】

##### 【第3の実施形態】

同一視野内の複数の類似マークからターゲットマークを決定する第3の実施形態を説明する。第1及び第2の各実施形態では補助パターンを付加し、補助パターンによってマークを判別する方法を述べた。第3の実施形態では、補助パターンがなくても視野内に複数の類似形状のパターンが存在する際のターゲットマーク決定の方法について説明する。なお、基本的なハード構成、アライメントマークおよび計測のフローは第1の実施形態と同じなので詳細は省略し、差異を述べる。

#### 【0064】

図3CのようにターゲットマークがP1でその他の類似パターンが視野内に存在する。ただし、それぞれのマークとの距離は互いに異なる距離だけ離しておく。よって、図3CのSPX1, SPX2, SPY1, SPY2はそれぞれ異なる設定である。そして、それぞれの相対距離の組合せは視野内で1つになるように配置する。視野内で全てのマーク中心を探すことができれば、それぞれの相対距離は1つしかないため、右の上から2番目のマークは必ずP1になる。もちろん他のマーク関係位置も決定する。

#### 【0065】

これらのマークの中からターゲットマークを識別することはもちろん上述したように可能である。ターゲットマークが信号の劣化などのために高倍系で検出できないことを、第1の実施形態のマーク計測の信頼性を評価する手法で判断された場合、他の位置決定済みのマークをターゲットマークに変更する。

#### 【0066】

またターゲットマークが視野外に外れていたとしても第2の実施形態で述べたように、左側の列が視野内に存在し、L1, M1, N1が識別できれば、即座にL1, M1, N1のいずれかをターゲットマークとして選択し、記憶されている座標に応じて、Fine計測のためにステージを移動させる量 $dx, dy$ を算出し、高倍系のスコープで位置検出する。なお、視野に存在しないP1、O1の位置もL1, M1, N1との相対位置関係から推定できるのでP1, O1も選択の対象である。もしも、高倍計測できないと判断されたのであれば、すでに位置関係が記憶されている他のマークをターゲットマークに変更し、ステージを移動させマーク計測を繰り返す。このように予め指定したターゲットマークを特定できなくとも観察された周辺マークをターゲットマークに変更すれば高倍検出が可能となる。

#### 【0067】

##### [第4の実施形態]

同一視野内の複数の類似マークからターゲットマークを決定する第4の実施形態について説明する。第1及び第2の各実施形態では補助パターンを付加し、補助パターンによってマークを識別しターゲットマークが判別できない場合、周辺のマーク位置からターゲットを判別する方法とターゲットマークの高倍計測がで

きない場合、位置が求められている周辺マークのいずれかをターゲットマークに変更する方法を述べた。第3の実施形態では、補助パターンがなくても複数の類似するマークの相対距離を異ならせ、組み合わせからターゲットマーク位置を特定し、ターゲットマークが判別できない場合、周辺のマーク位置からターゲットを判別する方法とターゲットマークの高倍計測ができない場合、位置が求められている周辺マークのいずれかをターゲットマークに変更する方法を述べた。

#### 【0068】

第4の実施形態では、補助パターンがなく、複数の類似マークの相対距離が異なることなく等距離で配置され、視野内に複数の類似形状のパターンが存在する際のターゲットマーク識別の方法およびターゲットマークの変更方法について説明する。なお、基本的なハード構成、アライメントマークおよび計測のフローは第1の実施形態と同じなので詳細は省略し、差異を述べる。

#### 【0069】

図3DのようにターゲットマークがP1でその他の類似パターンが視野内に存在する。ただし、刻印されているマークは全て視野内に入る領域に配置されていることを条件とする。

#### 【0070】

全てのマークが視野内でサーチされた場合、仮にP1がターゲットマークならば、右側の列の上から2番目のマークがP1である。

#### 【0071】

次に、視野内に全てのマークが検出できなかった場合も含め、図3Eを参照しながらターゲットマークを推定する方法について述べる。そのために、以下の条件を追加する。なお座標系は視野の左下が原点(0,0)で第1象限とする。

#### 【0072】

視野サイズが $A_x, A_y$ 、マーク間隔が $M_x, M_y$ 、マークは $N_x \times N_y$ 個、2次元に並んでおり、配置されているマークの数はそれぞれ以下の条件を満たす。

#### 【0073】

$$A_x > M_x * (N_x - 1)$$

$$A_y > M_y * (N_y - 1)$$

2次元に並んだマーク群の先頭をマーク群左下のマークと定義する。

【0074】

視野内で検出された複数のマーク座標を $(X_{ij}, Y_{ij})$   $|i=1, 2, \dots, k \quad j=1, 2, \dots, l|$ 但し、 $k \leq N_x, l \leq N_y$ として、ターゲットマーク座標およびターゲットマークへの移動量を決定する方法を述べる。

【0075】

以下、説明を簡単にするためにY方向の計測個数と位置からターゲットマークを識別する方法を説明する。検出できたマーク個数が $l (< N_y)$ の場合、 $N_y$ 個並んでいるマークの上部または下部が視野からはみ出している。 $l = N_y$ ならば、はみ出していない。

【0076】

最初に、マーク群が上方、下方どちらの方向に移動したか調べる。そのために、検出できたマークの平均位置を求める。

【0077】

【数1】

$$Meany = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k y_{1j}$$

【0078】

$Meany$ と視野中心 $A_{yc}$ を比較し $Meany > A_{yc}$ ならば上方へ移動、 $Meany < A_{yc}$ ならば下方に移動したことが判断される。

【0079】

次にマークの先頭座標を計算する。先頭座標をY方向の下側、X方向の左側のマークとする。上記比較からマークが上方へ移動したと判断されたならば、マークの先頭 $Topy$ は、検出されたマークのY座標が最小のマーク $Min_y = \min(y_{1j} | j=1, 2, \dots, l)$ になる。下方に移動したと判断されたならば、先頭マークは視野からはみ出している可能性がある。検出されたマークの中でY座標が最大のマーク $Max_y = \max(y_{1j} | j=1, 2, \dots, l)$ はマーク群の左上隅のマークになる。よって、 $Max_y - My^*(N_y - 1)$ なる座標がマーク先頭となる。X方向に関しても同様の演算で先頭マーク位置を決定し、マーク群の左下隅にある先頭マーク座標を決定する。整理すると次の条件式



から先頭マーク座標を決定する

If ( $\text{Meanx} \geq \text{Axc}$ )

$\text{Topx} = \text{Min}(x_{i1} | i=1, 2, \dots, k)$

If ( $\text{Meanx} < \text{Axc}$ )

$\text{Topx} = \text{Max}(x_{i1} | i=1, 2, \dots, k) - \text{Mx} * (\text{Nx} - 1)$

If ( $\text{Meany} \geq \text{Ayc}$ )

$\text{Topy} = \text{Min}(y_{1j} | j=1, 2, \dots, l)$

If ( $\text{Meany} < \text{Ayc}$ )

$\text{Topy} = \text{Max}(y_{1j} | j=1, 2, \dots, l) - \text{My} * (\text{Ny} - 1)$

最後に、先頭マーク座標(Topx, Topy)からターゲットマークを推定する。ターゲットマークと先頭マークの相対距離(Tdx, Tdy)は既知である。よって、次の演算によってターゲットマーク座標(Tx, Ty)の位置が算出される。

$\text{Tx} = \text{Topx} + \text{Tdx}$

$\text{Ty} = \text{Topy} + \text{Tdy}$

最後に視野中心からターゲットマークまでの距離を求め、ステージ移動量(dx, dy)が算出される。

$\text{dx} = \text{Ax} / 2 - \text{Tx}$

$\text{dy} = \text{Ay} / 2 - \text{Ty}$

極端な場合として1個だけ検出された場合でも、マーク群がどちらの方向に移動したか判断され、視野内に存在しないターゲットマークの座標およびステージ移動量を決定できる。もちろん全てのマークが検出された場合も上の式を使うとターゲットマークの座標及びステージ移動量を決定できる。

### 【0080】

具体的に図3Eの場合の計算を示す。Nx=2, Ny=3である。6個のマーク群は右下方向に移動している。検出できているマークはL1, O1でターゲットマークはP1とする。検出できたマークの平均値Meanx, Meanyは視野中心Axc, Aycと比較すると、Meanx > Axc, Meany < Aycである。

### 【0081】

Meanx > Axcなので検出できているマークの最小値を選択し、Topx=Minx

Meany < Ayc なので検出できるマークの最大値を選択し、 $Topy = Maxy - My * (3-1)$   
予め 6 個のマーク群の先頭と P1 マークの距離 Tdx, Tdy は既知なのでターゲット  
マークの座標は、 $Tx = Topx + Tdx$ ,  $Ty = Topy + Tdy$  が計算される。最終的に視野中心へ  
移動する距離が、 $dx = Ax/2 - Tx$ ,  $dy = Ay/2 - Ty$  として算出される。

#### 【0082】

このようにターゲットマークを特定できなくとも、検出されたマークの位置と  
個数から全体のマークの数およびマークの相対距離が記憶されていればターゲット  
マークの推定は可能で、高倍検出するためのステージ移動量 dx, dy が算出され  
る。ステージ移動の後にはターゲットマークの高倍検出が可能である。

#### 【0083】

予め指定されたターゲットマークに移動しても、信号の劣化によって高倍計測  
ができないと判断されれば、第 1 の実施形態に示すように、予め座標がわかって  
いる他のマークにターゲットマークを変更し、ステージを移動したのち、高倍計  
測を実施する。

#### 【0084】

上記実施形態によれば、高倍系、低倍系を同時に計測し高速にアライメントす  
る際、低倍視野内に類似形状のアライメントマークが複数存在する時、計測ター  
ゲットのアライメントマークを決定する手法を提案した。本発明により、アライ  
メントマーク刻印の制約を排除しながら、スループットを落とすことなくアライ  
メントすることが可能となる。

#### 【0085】

さらに、ターゲットマークの識別がマークの劣化になどによって困難な場合で  
も、ターゲットマークと相対位置関係が記憶されている他のマークとの位置関係  
からターゲットマークの位置を推定できる。

#### 【0086】

また、ターゲットマークの高倍系計測においてマークの劣化による信号劣化か  
ら、計測が不可能と判断された場合、位置を記憶している他のマークをターゲッ  
トマークに変更し装置を止めることなくアライメント処理を継続することができ  
る。

## 【0087】

さらに、ターゲットマークが劣化した際でも、ターゲットマークの推定もしくは、ターゲットマークの変更を行いながら、低倍・高倍同時検出マークの結果に基づいて高倍のみ検出するマークへのステージ送り込み移動量をウエハとステージ間の回転成分 $\theta$ と倍率成分MagおよびShift X, Shift Yを補正したことによって、高倍での検出では正確にマーク位置検出ができる。もちろん、回転成分の補正にステージの $\theta$ 回転動作を伴わない方法、すなわち $\theta$ 成分をX, Yに分離したステージ移動による追い込みによってマーク位置を追い込むことにより、 $\theta$ 回転動作に起因するスループット低下を防いだ。

## 【0088】

そして、類似のアライメントマークが複数存在していても2枚目からのウエハにおいては、低倍系でのサーチ範囲を縮小し、的確にターゲットマークのみをサーチする手法を提案した。これによって、アライメント時間の短縮にも効果がある。

## 【0089】

また、2枚目のウエハからは1枚目のウエハで信号の劣化によって変更したターゲットマークを使用することを継続すると、ターゲットマークを変更する確率が下がり、安定した計測と、アライメント時間の短縮に効果がある。

## 【0090】

## [デバイスの製造方法]

次に、上述した半導体製造装置を利用したデバイスの製造方法の実施形態について説明する。

## 【0091】

図8に微小デバイス（ICやLSI等の半導体チップ、液晶パネル、CCD、薄膜磁気ヘッド、マイクロマシン等）の製造のフローを示す。ステップS21（回路設計）では半導体デバイスの回路設計を行う。ステップS22（露光制御データ作成）では設計した回路パターンに基づいて露光装置の露光制御データを作成する。一方、ステップS23（ウエハ製造）ではシリコン等の材料を用いてウエハを製造する。ステップS24（ウエハプロセス）は前工程と呼ばれ、上記用

意した露光制御データが入力された露光装置とウエハを用いて、リソグラフィ技術によってウエハ上に実際の回路を形成する。次のステップS25（組み立て）は後工程と呼ばれ、ステップS24によって作製されたウエハを用いて半導体チップ化する工程であり、アッセンブリ工程（ダイシング、ボンディング）、パッケージング工程（チップ封入）等の工程を含む。ステップS26（検査）ではステップS25で作製された半導体デバイスの動作確認テスト、耐久性テスト等の検査を行う。こうした工程を経て半導体デバイスが完成し、これが出荷（ステップS27）される。

### 【0092】

図9は上記ウエハプロセスの詳細なフローを示す。ステップS31（酸化）ではウエハの表面を酸化させる。ステップS32（CVD）ではウエハ表面に絶縁膜を形成する。ステップS33（電極形成）ではウエハ上に電極を蒸着によって形成する。ステップS34（イオン打込み）ではウエハにイオンを打ち込む。ステップS35（レジスト処理）ではウエハに感光剤を塗布する。ステップS36（露光）では上記説明した露光装置によって回路パターンをウエハに焼付露光する。ステップS37（現像）では露光したウエハを現像する。ステップS38（エッチング）では現像したレジスト像以外の部分を削り取る。ステップS39（レジスト剥離）ではエッチングが済んで不要となったレジストを取り除く。これらのステップを繰り返し行うことによって、ウエハ上に多重に回路パターンが形成される。

### 【0093】

本実施形態の製造方法を用いれば、従来は製造が難しかった高集積度の半導体デバイスを低コストに製造することができる。

### 【0094】

#### 〔他の実施形態〕

本発明は、前述した実施形態のグローバルアライメントのフローを実現するソフトウェアのプログラムを、システム或いは装置に直接或いは遠隔から供給し、そのシステム或いは装置のコンピュータが該供給されたプログラムコードを読み出して実行することによっても達成される場合を含む。その場合、プログラムの

機能を有していれば、形態は、プログラムである必要はない。

【0095】

従って、本発明の機能処理をコンピュータで実現するために、該コンピュータにインストールされるプログラムコード自体も本発明を実現するものである。つまり、本発明のクレームでは、本発明の機能処理を実現するためのコンピュータプログラム自体も含まれる。

【0096】

その場合、プログラムの機能を有していれば、オブジェクトコード、インタプリタにより実行されるプログラム、OSに供給するスクリプトデータ等、プログラムの形態を問わない。

【0097】

プログラムを供給するための記録媒体としては、例えば、フレキシブルディスク、ハードディスク、光ディスク、光磁気ディスク、MO、CD-ROM、CD-R、CD-RW、磁気テープ、不揮発性のメモリカード、ROM、DVD（DVD-ROM、DVD-R）などがある。

【0098】

その他、プログラムの供給方法としては、クライアントコンピュータのブラウザを用いてインターネットのホームページに接続し、該ホームページから本発明のコンピュータプログラムそのもの、もしくは圧縮され自動インストール機能を含むファイルをハードディスク等の記録媒体にダウンロードすることによっても供給できる。また、本発明のプログラムを構成するプログラムコードを複数のファイルに分割し、それぞれのファイルを異なるホームページからダウンロードすることによっても実現可能である。つまり、本発明の機能処理をコンピュータで実現するためのプログラムファイルを複数のユーザに対してダウンロードさせるWWWサーバも、本発明のクレームに含まれるものである。

【0099】

また、本発明のプログラムを暗号化してCD-ROM等の記憶媒体に格納してユーザに配布し、所定の条件をクリアしたユーザに対し、インターネットを介してホームページから暗号化を解く鍵情報をダウンロードさせ、その鍵情報を使用

することにより暗号化されたプログラムを実行してコンピュータにインストールさせて実現することも可能である。

#### 【0100】

また、コンピュータが、読み出したプログラムを実行することによって、前述した実施形態の機能が実現される他、そのプログラムの指示に基づき、コンピュータ上で稼動している OS などが、実際の処理の一部または全部を行ない、その処理によっても前述した実施形態の機能が実現され得る。

#### 【0101】

さらに、記録媒体から読み出されたプログラムが、コンピュータに挿入された機能拡張ボードやコンピュータに接続された機能拡張ユニットに備わるメモリに書き込まれた後、そのプログラムの指示に基づき、その機能拡張ボードや機能拡張ユニットに備わる CPU などが実際の処理の一部または全部を行ない、その処理によっても前述した実施形態の機能が実現される。

#### 【0102】

本発明の実施態様の例を以下に列挙する。

#### 【0103】

##### 〔実施態様 1〕

物体上のマーク位置を検出する位置検出装置であって、前記物体には、予め相対位置関係が記憶された複数の位置検出マークと補助パターンとが形成されており、前記補助パターンを用いて複数の位置検出マークの中から目標とする位置検出マークを識別する識別手段を備え、前記識別手段は、前記目標とする位置検出マークが識別できない場合、他の位置検出用マークと補助パターンを用いて得られた周辺のマークと、目標とする位置検出マークとの位置関係から当該目標とする位置検出マークを識別する。

#### 【0104】

##### 〔実施態様 2〕

物体上のマーク位置を検出する位置検出装置であって、前記物体には、予め相対位置関係が記憶された複数の位置検出マークと補助パターンとが形成されており、前記補助パターンを用いて複数の位置検出マークの中から目標とする位置検

出マークを識別する識別手段と、前記目標とする位置検出マークの位置を計測する計測手段と、前記計測手段にて前記目標とする位置検出マークの位置が計測できない場合、前記補助パターンを用いて位置が得られた他の位置検出マークを前記目標とする位置検出マークに変更する変更手段とを具備する。

#### 【0105】

##### [実施態様3]

上記実施態様1又は2において、前記補助パターンは複数の箇所に配置され、前記識別手段は、前記補助パターンの有無の組み合わせによって前記目標とする位置検出マークを識別する。

#### 【0106】

##### [実施態様4]

上記実施態様1又は2において、前記識別手段は、前記位置検出マークの一部のパターンを変形させ、この変形したパターンによって前記目標とする位置検出マークを識別する。

#### 【0107】

##### [実施態様5]

上記実施態様1又は2において、前記補助パターンは前記位置検出マークの近傍に配置され、前記識別手段は、前記補助パターンの形状によって前記目標とする位置検出マークを識別する。

#### 【0108】

##### [実施態様6]

物体上のマーク位置を検出する位置検出装置であって、前記物体には、予め相対位置関係が記憶された複数の位置検出マークがそれぞれの相対距離が異なるように形成されており、前記相対距離を用いて複数の位置検出マークの中から目標とする位置検出マークを識別する識別手段を備え、前記識別手段は、前記目標とする位置検出マークが識別できない場合、前記相対距離を用いて得られた周辺のマークと、前記目標とする位置検出マークとの位置関係から当該目標とする位置検出マークを識別する。

#### 【0109】

## 〔実施態様 7〕

物体上のマーク位置を検出する位置検出装置であって、前記物体には、予め相対位置関係が記憶された複数の位置検出マークがそれぞれの相対距離が異なるように形成されており、前記相対距離を用いて複数の位置検出マークの中から目標とする位置検出マークを識別する識別手段と、前記目標とする位置検出マークを計測する計測手段と、前記計測手段にて前記目標とする位置検出マークの位置が計測できない場合、前記目標とする位置検出マークと他の位置検出マークとの相対位置関係を用いて当該他の位置検出マークを前記目標とする位置検出マークに変更する変更手段とを具備する。

## 【0110】

## 〔実施態様 8〕

物体上のマーク位置を検出する位置検出装置であって、前記物体には、予め相対位置関係が記憶された複数の位置検出マークからなる 1 つのマーク群が形成され、前記マーク群の視野内での位置を用いて複数の位置検出マークの中から目標とする位置検出マークを識別する識別手段を備え、前記識別手段は、前記目標とする位置検出マークが識別できない場合、他の位置検出用マークと補助パターンを用いて得られた周辺のマークと、目標とする位置検出マークとの位置関係から当該目標とする位置検出マークを識別する。

## 【0111】

## 〔実施態様 9〕

物体上のマーク位置を検出する位置検出装置であって、前記に物体は、予め相対位置関係が記憶された複数の位置検出マークからなる 1 つのマーク群が形成され、前記マーク群の視野内での位置を用いて複数の位置検出マークの中から目標とする位置検出マークを識別する識別手段と、前記目標とする位置検出マークを計測する計測手段と、前記計測手段にて前記目標とする位置検出マークの位置が計測できない場合、前記目標とする位置検出マークと他の位置検出マークとの相対位置関係を用いて当該他の位置検出マークを前記目標とする位置検出マークに変更する変更手段とを具備する。

## 【0112】



## 〔実施態様 10〕

上記実施態様 1 から 9 のいずれかにおいて、前記物体に光を照射する照明手段と、前記物体からの光を受光する検出光学系と、前記検出光学系により受光した光を光電変換する光電変換素子と、前記光電変換素子の信号情報より前記物体の位置を検出する位置検出部を更に備える。

## 【0113】

## 〔実施態様 11〕

上記実施態様 10 において、前記光電変換素子はエリアセンサであり、前記位置検出部は当該エリアセンサにより検出された信号情報をデジタルデータに変換し、当該変換したデジタルデータを記憶するメモリを更に備え、前記メモリに記憶されたデータを用いて当該メモリ内の複数の位置検出マークの位置を算出する。

## 【0114】

## 〔実施態様 12〕

上記実施態様 2, 3, 4, 5, 7, 9 のいずれかにおいて、前記計測手段は、メモリに記憶されたデータの信頼性に基づいて計測結果の信頼度を判断する。

## 【0115】

## 〔実施態様 13〕

上記実施態様 12 において、前記信頼性は、前記データのコントラスト、又は前記データから求められた複数の位置検出マークの間隔と予め決められた設定値との比較、前記データの強弱と予め決められた設定値との比較、又は  $S/N$  比と予め決められた設定値との比較によって算出される。

## 【0116】

## 〔実施態様 14〕

上記実施態様 10 において、前記位置検出部は低倍率の光電変換素子を用いた位置の検出と、高倍率の光電変換素子を用いた位置の検出とを同時に行い、当該低倍率の光電変換素子により検出された前記目標とする位置検出マークの位置が予め決められた範囲内の場合、前記高倍率の検出結果を採用し、前記範囲を超えていた場合、前記低倍率の光電変換素子により検出された位置に基づいて物体の

位置をずらして再度高倍率の光電変換素子を用いた位置の検出を行うと共に、前記目標とする位置検出マークの存在を確認できない場合、前記低倍率の光電変換素子を用いた位置の検出で得られた他の位置検出マークに基づいて前記目標とする位置検出マークの位置を推定し、前記推定されたマーク位置が予め決められた範囲内の場合は、前記高倍率の検出結果を採用し、当該範囲を超えていた場合、前記低倍率の光電変換素子により検出された位置に基づいて物体の位置をずらして再度高倍率の光電変換素子を用いた位置の検出を行う。

#### 【 0 1 1 7 】

##### [実施態様 1 5]

上記実施態様 1 0 において、前記位置検出部は低倍率の光電変換素子を用いた位置の検出と、高倍率の光電変換素子を用いた位置の検出とを同時に行い、当該高倍率の光電変換素子により前記目標とする位置検出マークの位置が検出できない場合、前記低倍率の光電変換素子を用いた位置の検出で得られた他の位置検出マークの位置を当該目標とする位置検出マーク位置に変更し、前記物体を前記変更された位置検出マークの位置にずらして再度高倍率の光電変換素子を用いた位置の検出を行う。

#### 【 0 1 1 8 】

##### [実施態様 1 6]

原版上のパターンを基板に露光する露光装置であって、上記実施態様 1 0、1 4、1 5 のいずれかに記載の位置検出装置を備え、前記複数の位置検出マークは基板上に形成された複数のアライメントマークであり、前記アライメントマークは、前記低倍率の光電変換素子を用いた位置の検出と、前記高倍率の光電変換素子を用いた位置の検出とを同時に行う第 1 のマークと、前記高倍率の光電変換素子を用いた位置の検出のみを行う第 2 のマークとを有する。

#### 【 0 1 1 9 】

##### [実施態様 1 7]

上記実施態様 1 6 において、前記位置検出部は、前記低倍率の光電変換素子を用いた位置の検出と、前記高倍率の光電変換素子を用いた位置の検出とを同時に行った検出結果に基づいてステージ上に載置されたウエハと当該ステージとの線

形ずれ成分を計算し、当該線形ずれ成分を補正するように当該ステージを移動した後、前記第 2 のマークに前記光電変換素子を合わせて当該第 2 のマークの位置の検出を行う。

【0 1 2 0】

〔実施態様 1 8〕

上記実施態様 1 7 において、前記線形ずれ成分を補正する際には、互いに直交する第 1 と第 2 の各方向の補正成分に分解し、前記ステージの前記第 1 及び第 2 の方向への移動により、前記第 2 のマークに前記光電変換素子を合わせる。

【0 1 2 1】

〔実施態様 1 9〕

上記実施態様 1 6 において、ロット処理するウエハの 1 枚目と 2 枚目以降の低倍率での位置の検出範囲を変える。

【0 1 2 2】

〔実施態様 2 0〕

上記実施態様 1 9 において、2 枚目以降の検出範囲を 1 枚目より狭くする。

【0 1 2 3】

〔実施態様 2 1〕

予め相対位置関係が記憶された複数の位置検出マークと補助パターンとが形成された物体上のマーク位置を検出する位置検出方法であって、前記補助パターンを用いて複数の位置検出マークの中から目標とする位置検出マークを識別する識別工程と、前記目標とする位置検出マークが識別できたか否かを判定する判定工程とを備え、前記識別工程では、前記目標とする位置検出マークが識別できない場合、他の位置検出用マークと補助パターンを用いて得られた周辺のマークと、目標とする位置検出マークとの位置関係から当該目標とする位置検出マークを識別する。

【0 1 2 4】

〔実施態様 2 2〕

予め相対位置関係が記憶された複数の位置検出マークと補助パターンとが形成された物体上のマーク位置を検出する位置検出方法であって、前記補助パターン

を用いて複数の位置検出マークの中から目標とする位置検出マークを識別する識別工程と、前記目標とする位置検出マークの位置を計測する計測工程と、前記計測工程にて前記目標とする位置検出マークの位置が計測できない場合、前記補助パターンを用いて位置が得られた他の位置検出マークを前記目標とする位置検出マークに変更する変更工程とを備える。

### 【0125】

#### 〔実施態様23〕

予め相対位置関係が記憶された複数の位置検出マークがそれぞれの相対距離が異なるように形成された物体上のマーク位置を検出する位置検出方法であって、前記相対距離を用いて複数の位置検出マークの中から目標とする位置検出マークを識別する識別工程と、前記目標とする位置検出マークが識別できたか否かを判定する判定工程とを備え、前記識別工程では、前記目標とする位置検出マークが識別できない場合、前記相対距離を用いて得られた周辺のマークと、前記目標とする位置検出マークとの位置関係から当該目標とする位置検出マークを識別する。

### 【0126】

#### 〔実施態様24〕

予め相対位置関係が記憶された複数の位置検出マークがそれぞれの相対距離が異なるように形成された物体上のマーク位置を検出する位置検出方法であって、前記相対距離を用いて複数の位置検出マークの中から目標とする位置検出マークを識別する識別工程と、前記目標とする位置検出マークを計測する計測工程と、前記計測工程にて前記目標とする位置検出マークの位置が計測できない場合、前記目標とする位置検出マークと他の位置検出マークとの相対位置関係を用いて当該他の位置検出マークを前記目標とする位置検出マークに変更する変更工程とを備える。

### 【0127】

#### 〔実施態様25〕

予め相対位置関係が記憶された複数の位置検出マークからなる1つのマーク群が形成された物体上のマーク位置を検出する位置検出方法であって、前記マーク

群の視野内での位置を用いて複数の位置検出マークの中から目標とする位置検出マークを識別する識別工程と、前記目標とする位置検出マークが識別できたか否かを判定する判定工程とを備え、前記識別工程では、前記目標とする位置検出マークが識別できない場合、他の位置検出用マークと補助パターンとを用いて得られた周辺のマークと、目標とする位置検出マークとの位置関係から当該目標とする位置検出マークを識別する。

#### 【0128】

##### 【実施態様26】

予め相対位置関係が記憶された複数の位置検出マークからなる1つのマーク群が形成された物体上のマーク位置を検出する位置検出方法であって、前記マーク群の視野内での位置を用いて複数の位置検出マークの中から目標とする位置検出マークを識別する識別工程と、前記目標とする位置検出マークを計測する計測工程と、前記計測工程にて前記目標とする位置検出マークの位置が計測できない場合、前記目標とする位置検出マークと他の位置検出マークとの相対位置関係を用いて当該他の位置検出マークを前記目標とする位置検出マークに変更する変更工程とを備える。

#### 【0129】

##### 【実施態様27】

上記実施態様21乃至26のいずれか1つに記載の位置検出方法を用いてデバイスを製造することを特徴とする半導体デバイスの製造方法。

#### 【0130】

##### 【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、例えば、アライメントマークがウエハ処理によってダメージを受け、目標とする位置検出マークが検出できない場合、もしくは計測ができなくなった場合でも正確にアライメントを実施できる。

##### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本実施形態の半導体製造装置の概略図である。

【図2A】 第1の実施形態の識別マークを有するアライメントマークの図である。

【図 2 B】第 1 の実施形態の識別マークを有するアライメントマークの図である。

【図 2 C】第 1 の実施形態の識別マークを有するアライメントマークの図である。

【図 2 D】第 1 の実施形態の識別マークを有するアライメントマークの図である。

【図 2 E】第 1 の実施形態の識別マークを有するアライメントマークの図である。

【図 3 A】第 2 の実施形態を説明する図である。

【図 3 B】第 2 の実施形態を説明する図である。

【図 3 C】第 3 の実施形態を説明する図である。

【図 3 D】第 4 の実施形態を説明する図である。

【図 3 E】第 4 の実施形態を説明する図である。

【図 4】アライメントマークをウエハに配置した様子を示す図である。

【図 5】本実施形態のアライメントシーケンスを示すフローチャートである。

【図 6】従来のアライメントおよびアライメントマーク配置を示す図である。

【図 7】従来のアライメントシーケンスを示すフローチャートである。

【図 8】半導体デバイスの製造フローを説明する図である。

【図 9】ウエハプロセスを説明する図である。

#### 【符号の説明】

FX1~FX4, FY1~FY4 グローバルアライメントマーク

W ウエハ

N ノッチ

CH チャック

STG ステージ

P マーク位置算出処理装置

Li アライメントマーク照明光源

MC 制御装置

MA メカニカルアライメント装置

PL レチクル基準プレート

S1 低倍検出センサ

S2 高倍検出センサ

M1, M2 ハーフミラー

L1, M1, N1, O1, P1, Q1 アライメントマーク

CPa, CPb, CPc, CPd 補助パターン

MF 低倍系視野範囲

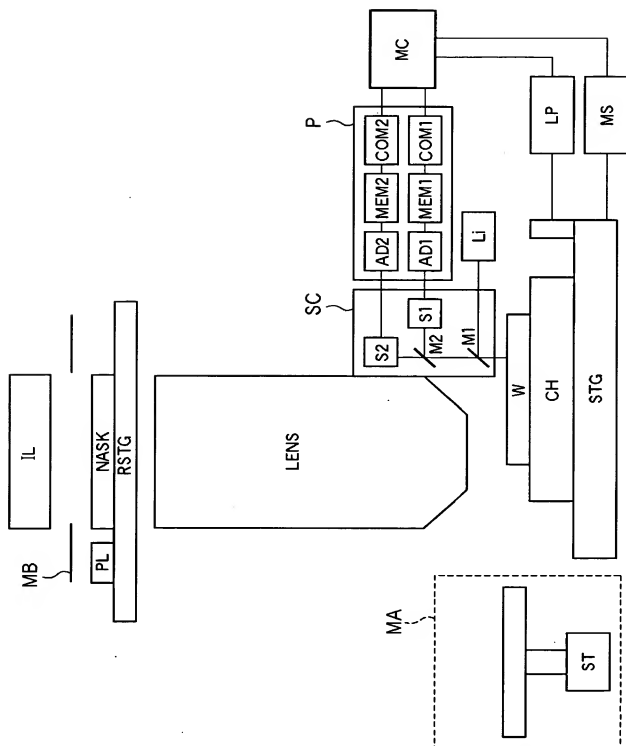
HF 高倍系視野範囲

SA サーチ範囲

【書類名】

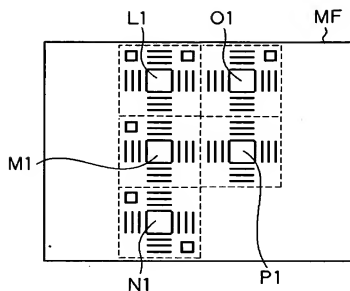
図面

【図 1】

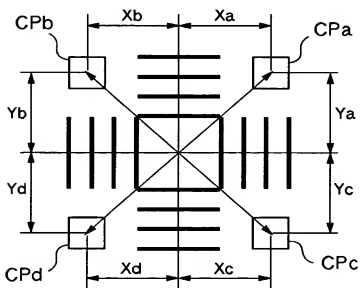




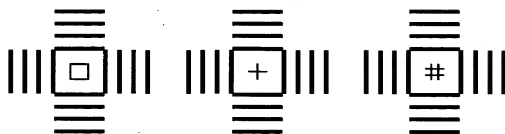
【図 2 A】



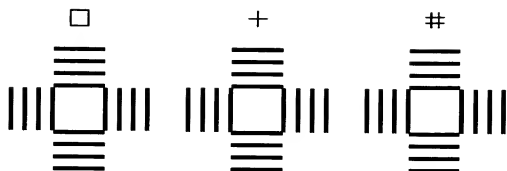
【図 2 B】



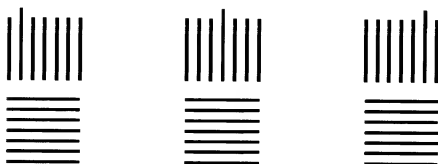
【図 2 C】



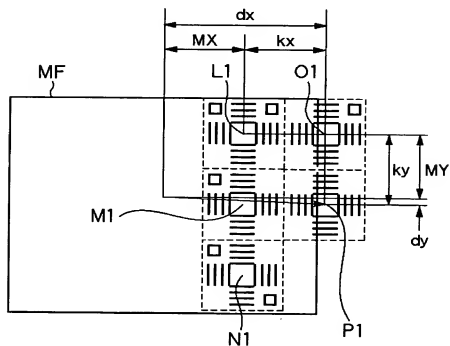
【図 2 D】



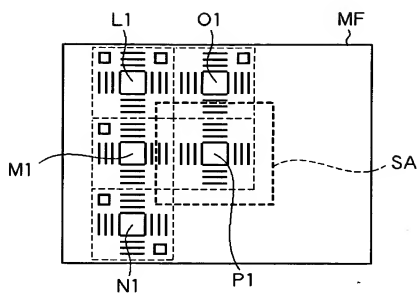
【図 2 E】



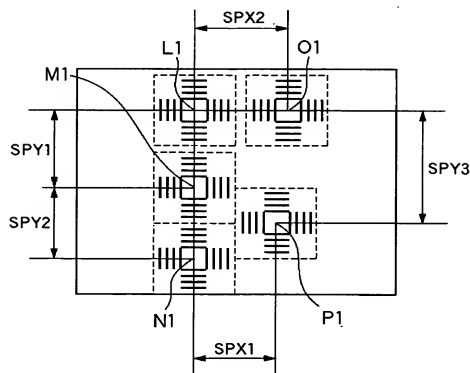
【図 3 A】



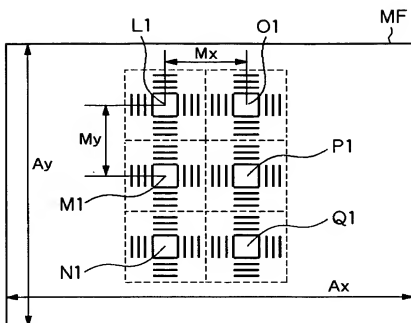
【図 3 B】



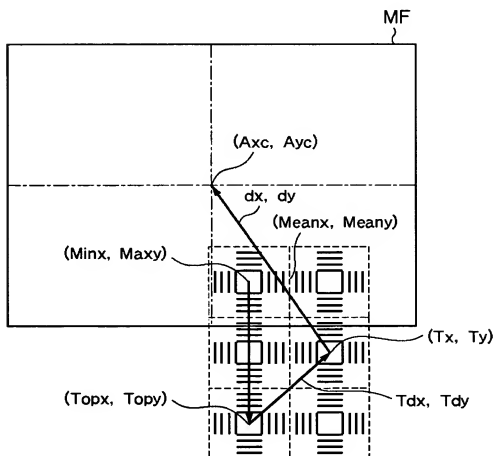
【図 3 C】



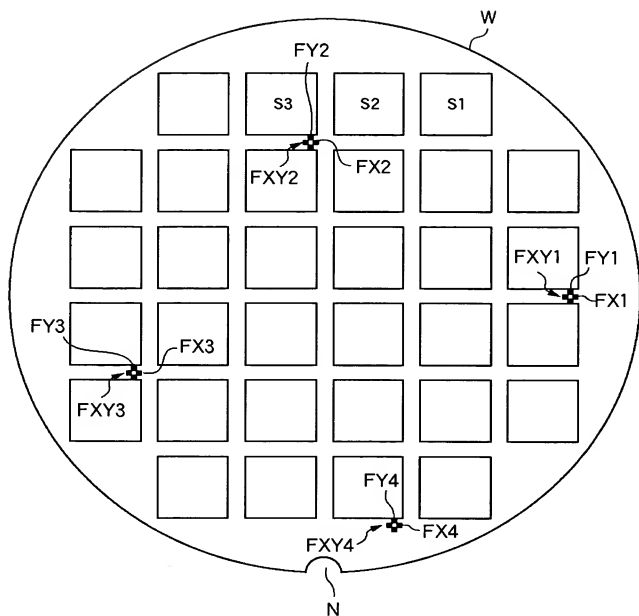
【図 3 D】



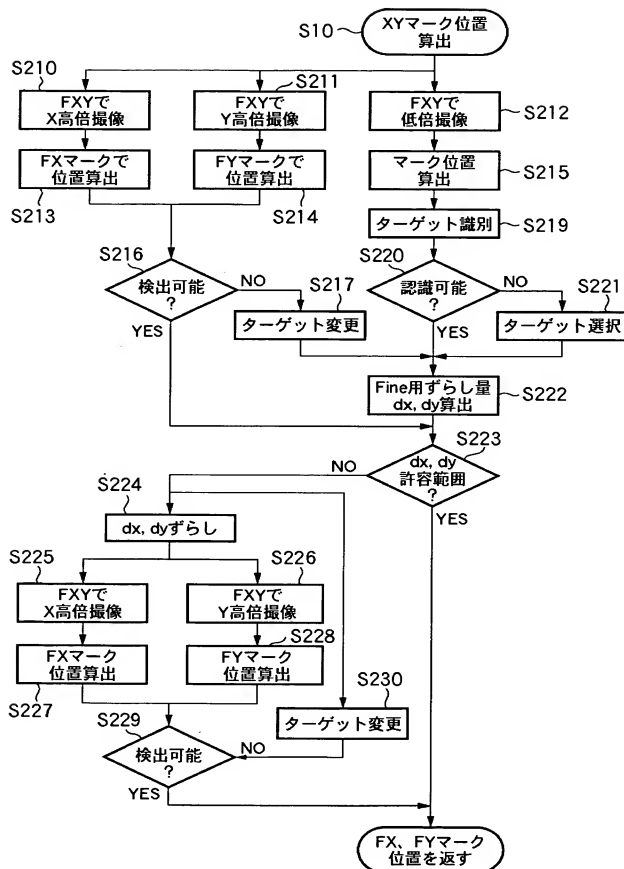
【図 3 E】



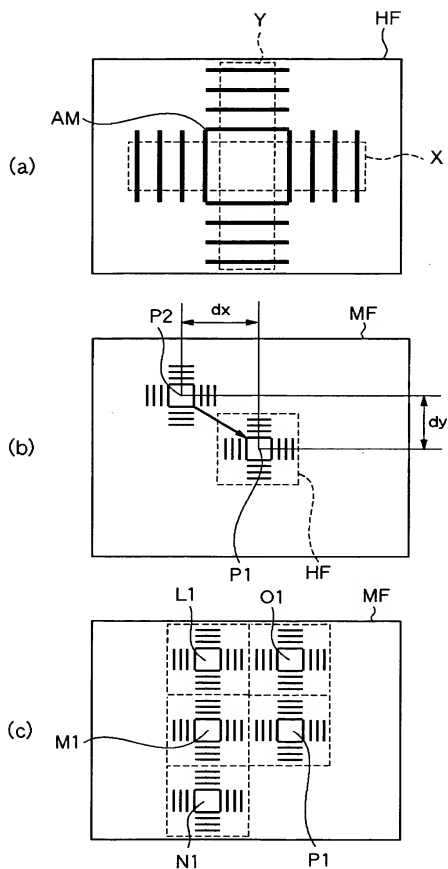
【図 4】



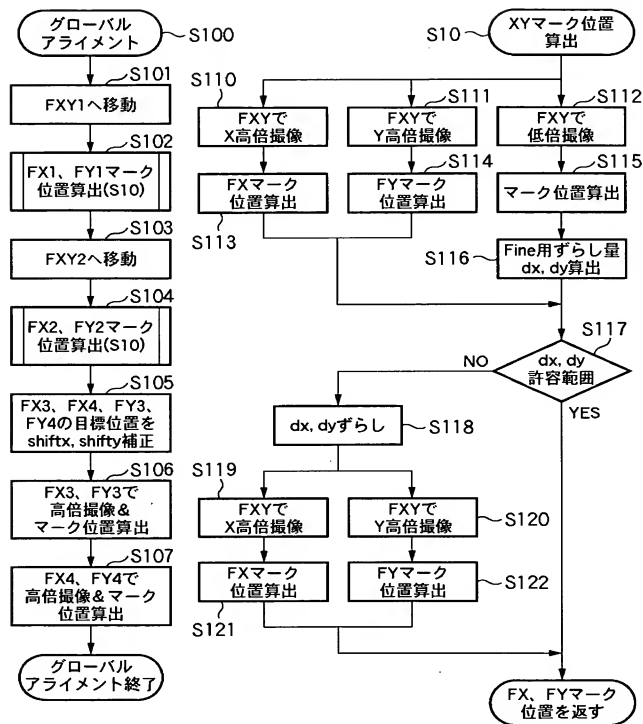
【図 5】



【図 6】

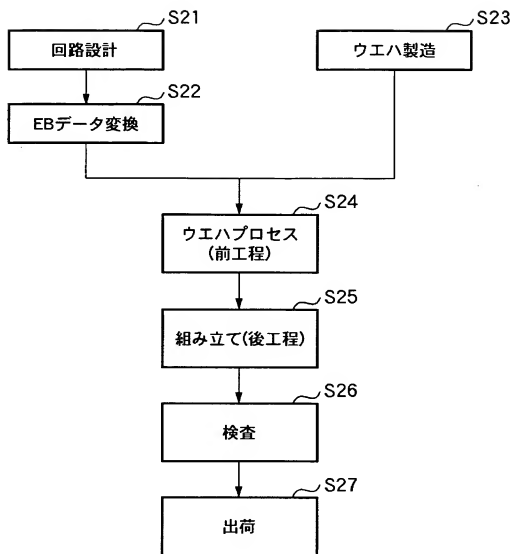


【図 7】

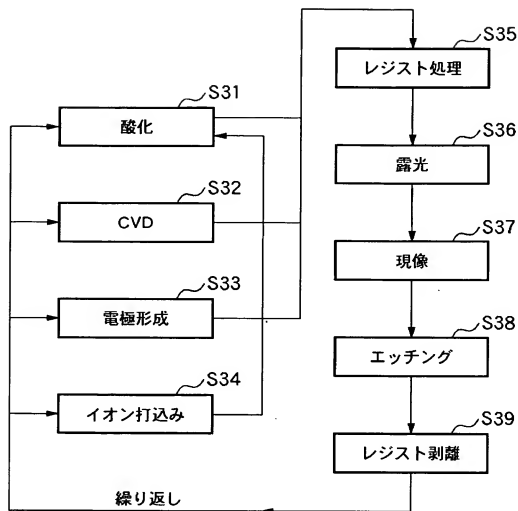




【図 8】



【図 9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 アライメントマークの信号がウエハ処理によってダメージを受け、目標とする位置検出マークが検出できない場合もしくは、計測ができなくなった場合でも正確にアライメントを実施する。

【解決手段】 複数の類似形状のアライメントマークL1, M1, N1, O1, P1が視野内に存在し、これらマークを含む領域に補助パターンCPa, CPb, CPc, CPdを付加し、補助パターンの形状と配置によって視野内に複数存在するアライメントマークの中から目標とする位置検出マークを抽出する。信号劣化などにより、目標とする位置検出マークを抽出できない場合は複数の周辺マークから目標とする位置検出マークの位置を判断し、目標とする位置検出マークを計測できない場合は他のマークを目標とする位置検出マークに変更する。

【選択図】 図 5

特願 2003-089135

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000001007]

1. 変更年月日

1990年 8月30日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

氏 名

キヤノン株式会社